

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Kenichi SATO

Serial No.: (new)

Art Unit:

Filed: August 29, 2003

Examiner:

For: SINGLE FOCUS LENS

LETTER

August 29, 2003

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant hereby claims the right of priority based on the following application:

| <u>Country</u> | <u>Application No.</u> | <u>Filed</u> |
|----------------|------------------------|--------------------|
| Japan | 2002 - 284000 | September 27, 2002 |

A certified copy of the above-noted application is attached hereto.

Please charge any fees under 37 C.F.R. § 1.16 - 1.21(h) or credit any overpayment to Deposit Account No. 01-2509.

Respectfully submitted,

ARNOLD INTERNATIONAL

By Bruce Y. Arnold
Bruce Y. Arnold
Reg. No. 28,493

(703) 759-2991

P.O. Box 129
Great Falls, VA 22066-0129

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application: 2002年 9月27日

出 願 番 号

Application Number: 特願2002-284000

[ST.10/C]:

[JP2002-284000]

出 願 人

Applicant(s): 富士写真光機株式会社

2003年 3月18日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3018288

【書類名】 特許願

【整理番号】 FK0951

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 13/18

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県さいたま市植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 富士写真光
機株式会社内

 【氏名】 佐藤 賢一

【特許出願人】

 【識別番号】 000005430

 【氏名又は名称】 富士写真光機株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100097984

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 川野 宏

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 041597

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 3枚構成単焦点レンズ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズと、絞りと、少なくとも1面を非球面とされた、プラスチックよりなる正の屈折力を有する第2レンズと、少なくとも1面を非球面とされた、プラスチックよりなる正の屈折力を有する第3レンズとを配列されてなり、さらに下記条件式(1)、(2)を満足するように構成されてなることを特徴とする3枚構成単焦点レンズ。

$$5.0 > f_1' / f' > 1.0 \quad \cdots (1)$$

$$50 > \nu_1 \quad \cdots (2)$$

ただし、

f' 全系の焦点距離、

f_1' 第1レンズの焦点距離、

ν_1 第1レンズのアッベ数

【請求項2】

前記第1レンズは、物体側の面が凸面とされたガラス材により形成され、

前記第2レンズは、物体側の面が凹面とされるとともに、像面側の面が周辺に向かうほど正の屈折力が強くなる非球面とされ、

前記第3レンズは、物体側の面が凸面とされるとともに、像面側の面が周辺に向かうほど正の屈折力が弱くなる非球面とされていることを特徴とする請求項1記載の3枚構成単焦点レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、3枚構成よりなる全長の短い単焦点レンズに関し、特に、小型のデジタルカメラの撮像レンズ、あるいはPCや携帯端末などの画像読取用のレンズに好適な簡易な構成の単焦点レンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、撮像レンズの一技術分野として、簡易なデジタルカメラや、PC用Webカメラ、携帯端末などの比較的薄型の機器に搭載される画像読取用のレンズモジュールとして、全長が短く、安価であることが要求され、光学性能としては多少要求水準の緩いものがある。

このような要求を満足するため、従来は撮像レンズを1枚のレンズで構成することも行われていた。このような用途に用いられるレンズモジュールはCCD等の電氣的撮像素子も小型で解像度の低いものであったため、撮像素子のイメージサイズが小さく、レンズ系自体も少ない枚数で小型化することが可能とされた。

【0003】

しかしながら、近年では、撮像素子の高解像化および大型化が進んだため、レンズ1枚による構成では発生する収差が大きくなりすぎ、十分な光学性能が得られなくなっている。

そこで、高解像化および拡大化が進んだ撮像素子に見合う全長の短いレンズ系を開発する必要性が生じてきており、このような問題に対処するために、例えば、少なくとも1面に非球面を有する、プラスチック材よりなる3枚構成のCCD用レンズが知られている（下記特許文献1参照）。

【0004】

【特許文献1】 特開平10-48516号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記公報記載の技術においては、撮像素子を含めた系のコンパクト化および低廉化の面で必ずしも十分ではなかった。また、光学性能の面でも、特に像面湾曲やディストーションの点で必ずしも満足いくものとはされていなかった。

【0006】

なお、特にPCや携帯端末等の画像読取みには小型サイズの撮像素子が使用されており、主光線を撮像面に対して15°程度以内の角度で入射させる必要があったが、近年の撮像素子の改良により、従来以上の入射角、例えば25°程度以上のものも許容されるようになってきた。そこで、主光線の入射角を比較的大き

く設定した場合であっても、諸収差を良好に補正し得る撮像レンズの開発が望まれている。

【0007】

本発明は上述した事情に鑑みなされたもので、近年の撮像素子に対応した構成を有し、光学性能、特に像面湾曲やディストーションを良好に補正することができ、撮像素子を含めた系のコンパクト化および低廉化を十分に満足し得る3枚構成単焦点レンズを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明の3枚構成単焦点レンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズと、絞りと、少なくとも1面を非球面とされた、プラスチックよりなる正の屈折力を有する第2レンズと、少なくとも1面を非球面とされた、プラスチックよりなる正の屈折力を有する第3レンズとを配列されてなり、さらに下記条件式(1)、(2)を満足するように構成されてなることを特徴とするものである。

$$5.0 > f_1' / f' > 1.0 \quad \cdots (1)$$

$$50 > \nu_1 \quad \cdots (2)$$

ただし、

f' 全系の焦点距離、

f_1' 第1レンズの焦点距離、

ν_1 第1レンズのアッベ数

【0009】

また、前記第1レンズは、物体側の面が凸面とされたガラス材により形成され

前記第2レンズは、物体側の面が凹面とされるとともに、結像面側の面が周辺に向かうほど正の屈折力が強くなる非球面とされ、

前記第3レンズは、物体側の面が凸面とされるとともに、結像面側の面が周辺に向かうほど正の屈折力が弱くなる非球面とされていることが好ましい。

【0010】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態に係る 3 枚構成単焦点レンズについて図面を参照しつつ説明する。図 1 に示す実施形態（実施例 1 のものを代表させて示している）の 3 枚構成単焦点レンズは、物体側より順に、物体側に凸面を向けた平凸レンズよりなる第 1 レンズ L_1 と、像面側に凸面を向けた正メニスカスレンズよりなる第 2 レンズ L_2 と、像面側に凹面を向けた正メニスカスレンズ（光軸近傍において正）よりなる第 3 レンズ L_3 とからなり、これら第 2 レンズ L_2 および第 3 レンズ L_3 の両面は各々非球面とされ、光軸 X に沿って入射する光束を撮像素子の結像面上の位置 P（図 2、3 参照）に効率良く集束させるようにした 3 枚構成単焦点レンズである。

【0011】

なお、上記非球面のうち前記第 2 レンズ L_2 の像面側の面は周辺に向かうほど正の屈折力が強くなる非球面とされ、また上記非球面のうち前記第 3 レンズ L_3 の像面側の面は周辺に向かうほど正の屈折力が弱くなる非球面とされている。

【0012】

また、第 1 レンズ L_1 と第 2 レンズ L_2 との間には絞り 2 が配され、第 3 レンズ L_3 と撮像素子との間には撮像素子のカバーガラス 1 が配されている。

【0013】

上記第 2 レンズ L_2 および上記第 3 レンズ L_3 各々の両面の非球面形状は、下記非球面式で表される。

【0014】

【数 1】

非球面式

$$Z = C \cdot h^2 / (1 + (1 - K \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2}) + A_4 \cdot h^4 + A_6 \cdot h^6 + A_8 \cdot h^8 + A_{10} \cdot h^{10}$$

ただし、 $C = 1/R$

【0015】

さらに、この 3 枚構成単焦点レンズは、下記条件式（1）、（2）を満足して

いる。

$$5.0 > f_1' / f' > 1.0 \quad \cdots (1)$$

$$50 > \nu_1 \quad \cdots (2)$$

ただし、

f' 全系の焦点距離、

f_1' 第1レンズの焦点距離、

ν_1 第1レンズのアッベ数

【0016】

次に本実施形態による作用効果を説明する。

3枚というレンズ枚数は、要望される程度の良い光学性能を得るために必要な枚数であるが、全てのレンズ $L_1 \sim L_3$ を正レンズとすることで、以下のような作用効果が得られる。

【0017】

すなわち、第1レンズ L_1 および第2レンズ L_2 を正レンズとすることで、レンズ系の全長を短縮化することができ、特に小型のデジタルカメラの撮像レンズ、あるいはPCや携帯端末などの画像読取用のレンズとして好適なものとすることができる。また、第3レンズ L_3 の光軸近傍において正レンズとすることで、この第3レンズ L_3 の各面に形成された非球面を、より効果的に作用させることが可能となる。

【0018】

また、第2レンズ L_2 を、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズとするとともに、像面側の面は周辺に向かうにしたがい正の屈折力が強くなる非球面とし、かつ第3レンズ L_3 を、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとするとともに、像面側の面は周辺に向かうにしたがい正の屈折力が弱くなる非球面とすることで、これら2つの非球面の相互作用により、像面湾曲およびディストーションを良好なものとするすることができる。

【0019】

また、図1に示すように、像面への入射光束の最大入射角は、近年の撮像素子に対応させて、例えば 25° 程度と大きなものとなっている。これにより、第3

レンズ L_3 と撮像素子までの距離を短くすることができ、撮像素子を含めた系のコンパクト化を図ることができる。

【0020】

また、レンズ材料としては、少なくとも第2レンズ L_2 および第3レンズ L_3 をプラスチック材で構成することにより、コスト低減を図ることができ、また非球面を形成する際の製造性を向上させることができる。

【0021】

さらに、第1レンズ L_1 のレンズ材料を、プラスチック材とすれば、よりコスト低減を図ることができ、また非球面を形成する際の製造性をより向上させることができる。一方、この第1レンズ L_1 のレンズ材料をガラス材とすれば、第2レンズ L_2 および第3レンズ L_3 を形成する材料と異種のもの（屈折率差が大きなもの）とすることができ、倍率色収差を良好なものとするすることができる。

【0022】

また、本実施形態の単焦点レンズにおいては、上述した条件式(1)、(2)を満足しているので以下のような作用効果を奏することができる。

すなわち、条件式(1)は第1レンズ L_1 の焦点距離を規定するもので、この上限を上回ると像面湾曲の補正が困難となり、一方この下限を下回ると瞳までの距離が短くなり過ぎ好ましくない。したがって、この条件式(1)を満足することで、像面湾曲を良好なものとしつつ、瞳までの距離を確保することができる。

【0023】

また、条件式(2)は、第1レンズ L_1 のアッベ数を規定するもので、この数値範囲を外れると色収差の補正が困難になる。したがって、この条件式(2)を満足することで、色収差を良好なものとするすることができる。

【0024】

なお、本発明の3枚構成単焦点レンズとしては種々の態様の変更が可能である。例えば各レンズの曲率半径、レンズ間隔（もしくはレンズ厚）および非球面の形状を適宜変更することが可能である。

【0025】

【実施例】

<実施例 1>

実施例 1 に係る 3 枚構成単焦点レンズの概略構成を図 2 に示す。この単焦点レンズの構成は、実施形態において説明した通りである。この単焦点レンズにおいては、第 2 レンズ L_2 および第 3 レンズ L_3 のいずれのレンズ面にも非球面が形成されている。この単焦点レンズの各レンズ面の曲率半径 R (mm)、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔（以下、これらを総称して軸上面間隔という） D (mm)、各レンズの d 線における、屈折率 N_d およびアッベ数 ν_d の値を表 1 に示す。なお表中の数字は、物体側からの順番を表すものである。また、表 2 には、各非球面について、上記非球面式に示される非球面の各定数 K 、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} の値を示す。また、実施例 1 における、レンズ全系の焦点距離 f は、3.59mm に設定されている。

【0 0 2 6】

【表 1】

| 面 NO | R | D | N_d | ν_d |
|------|----------|------|---------|---------|
| 1 | 4.3062 | 1.30 | 1.68893 | 31.1 |
| 2 | ∞ | 0.85 | | |
| * 3 | -1.2540 | 1.10 | 1.49020 | 57.5 |
| * 4 | -1.4500 | 0.10 | | |
| * 5 | 1.5033 | 1.05 | 1.49020 | 57.5 |
| * 6 | 1.8025 | 1.56 | | |
| 7 | ∞ | 0.50 | 1.51680 | 64.2 |
| 8 | ∞ | | | |

* …非球面

$$f' = 3.59, Fno. = 3.5, 2\omega = 64.4$$

$$f'_1 = 6.25, \frac{f'_1}{f'} = 1.74, \nu_1 = 31.1$$

【0 0 2 7】

【表 2】

| | | | | | |
|-----|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 第3面 | K | A_4 | A_6 | A_8 | A_{10} |
| | -2.7802 | -1.4974×10^{-1} | -1.1590×10^{-2} | -1.3037×10^{-2} | 8.8731×10^{-5} |
| 第4面 | K | A_4 | A_6 | A_8 | A_{10} |
| | 9.3404×10^{-1} | -3.2637×10^{-2} | 2.4875×10^{-2} | -8.7377×10^{-3} | 2.4213×10^{-3} |
| 第5面 | K | A_4 | A_6 | A_8 | A_{10} |
| | -3.1139 | 4.0233×10^{-2} | -1.4737×10^{-2} | 3.4665×10^{-3} | -3.9192×10^{-4} |
| 第6面 | K | A_4 | A_6 | A_8 | A_{10} |
| | 1.7205×10^{-1} | -2.3273×10^{-2} | 1.3381×10^{-4} | 9.8710×10^{-4} | -2.3275×10^{-4} |

【0 0 2 8】

また、表 1 の下段に示すように、本実施例においては、上記条件式 (1)、(2) を満足したものとなっている。

図 4 は実施例 1 の単焦点レンズの諸収差（球面収差、非点収差、およびディストーション）を示す収差図である。なお、非点収差図には、サジタル像面およびタンジェンシャル像面に対する収差が示されている。この収差図において ω は半面角を示す。これらの収差図から明らかなように、実施例 1 の単焦点レンズによれば、各収差を良好に補正することができる。

【0 0 2 9】

<実施例 2>

実施例 2 に係る単焦点レンズの概略構成を図 3 に示す。この単焦点レンズの構成も実施例 1 のものと略同様であり、対応する図面の説明において同一の要素については同一の符号を付し、重複する説明については省略する。この単焦点レンズにおいても、第 2 レンズ L_2 および第 3 レンズ L_3 のいずれのレンズ面にも非球面が形成されている。

【0 0 3 0】

この単焦点レンズの各レンズ面の曲率半径 R (mm)、各レンズの軸上面間隔 D (mm)、各レンズの d 線における、屈折率 N およびアッペ数 ν の値を表 3 に示す。なお表中の数字は、物体側からの順番を表すものである。また、表 4 には

、各非球面について、上記非球面式に示される非球面の各定数 K 、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} の値を示す。また、実施例2における、レンズ全系の焦点距離 f は、3.61mmに設定されている。

【0031】

【表3】

| 面NO | R | D | N_d | ν_d |
|-----|----------|------|---------|---------|
| 1 | 4.3062 | 1.30 | 1.84666 | 23.9 |
| 2 | ∞ | 0.85 | | |
| * 3 | -1.2582 | 1.10 | 1.49020 | 57.5 |
| * 4 | -1.4500 | 0.10 | | |
| * 5 | 1.7601 | 1.05 | 1.49020 | 57.5 |
| * 6 | 2.1392 | 1.33 | | |
| 7 | ∞ | 0.50 | 1.51680 | 64.2 |
| 8 | ∞ | | | |

* …非球面

$$f' = 3.61, Fno. = 3.5, 2\omega = 62.9$$

$$f_1' = 5.09, \frac{f_1'}{f'} = 1.41, \nu_1 = 23.9$$

【0032】

【表4】

| 第3面 | K | A_4 | A_6 | A_8 | A_{10} |
|-----|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | -2.6226 | -1.3996×10^{-1} | -9.4869×10^{-3} | -1.2856×10^{-2} | 9.5261×10^{-5} |
| 第4面 | K | A_4 | A_6 | A_8 | A_{10} |
| | 9.2544×10^{-1} | -2.9794×10^{-2} | 2.2019×10^{-2} | -9.0574×10^{-3} | 2.6547×10^{-3} |
| 第5面 | K | A_4 | A_6 | A_8 | A_{10} |
| | -4.9375 | 1.8519×10^{-2} | -1.9904×10^{-2} | 3.5493×10^{-3} | -9.0872×10^{-4} |
| 第6面 | K | A_4 | A_6 | A_8 | A_{10} |
| | -1.6449 | -2.5980×10^{-2} | 9.5365×10^{-4} | -2.6259×10^{-3} | 3.4476×10^{-4} |

【0033】

また、表3の下段に示すように、本実施例においては、上記条件式(1)、(2)を満足したものとなっている。

【0034】

図5は実施例2の単焦点レンズの諸収差(球面収差、非点収差、およびディストーション)を示す収差図である。なお、非点収差図には、サジタル像面およびタンジェンシャル像面に対する収差が示されている。この収差図において ω は半画角を示す。これらの収差図から明らかなように、実施例2の単焦点レンズによれば、各収差を良好に補正することができる。

【0035】

【発明の効果】

以上に説明したように、本発明の3枚構成単焦点レンズによれば、少なくとも第2レンズおよび第3レンズを非球面を有するプラスチックレンズとし、非球面の形成を容易としているので、3枚構成の簡易かつ安価なレンズ系でありながら光学性能を良好なものとすることができる。

【0036】

また、3枚のレンズの全てを正レンズとすることで、レンズ系の全長を短縮化することができ、かつ像面湾曲およびディストーションを向上させることができる。

【0037】

また、像面への入射光束の最大入射角は、近年の撮像素子に対応させて、大きなものとされており、これにより、第3レンズと撮像素子までの距離を短くすることができ、撮像素子を含めた系のコンパクト化を図ることができる。

【0038】

さらに、所定の2つの条件式を満足することで、像面湾曲および倍率色収差を向上させつつ、瞳までの距離を確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施形態に係る3枚構成単焦点レンズのレンズ構成および光線軌跡を

示す概略図

【図 2】

実施例 1 に係る 3 枚構成単焦点レンズのレンズ構成を示す図

【図 3】

実施例 2 に係る 3 枚構成単焦点レンズのレンズ構成を示す図

【図 4】

実施例 1 の 3 枚構成単焦点レンズの諸収差（球面収差、非点収差、およびディストーション）を示す収差図

【図 5】

実施例 2 の 3 枚構成単焦点レンズの諸収差（球面収差、非点収差、およびディストーション）を示す収差図

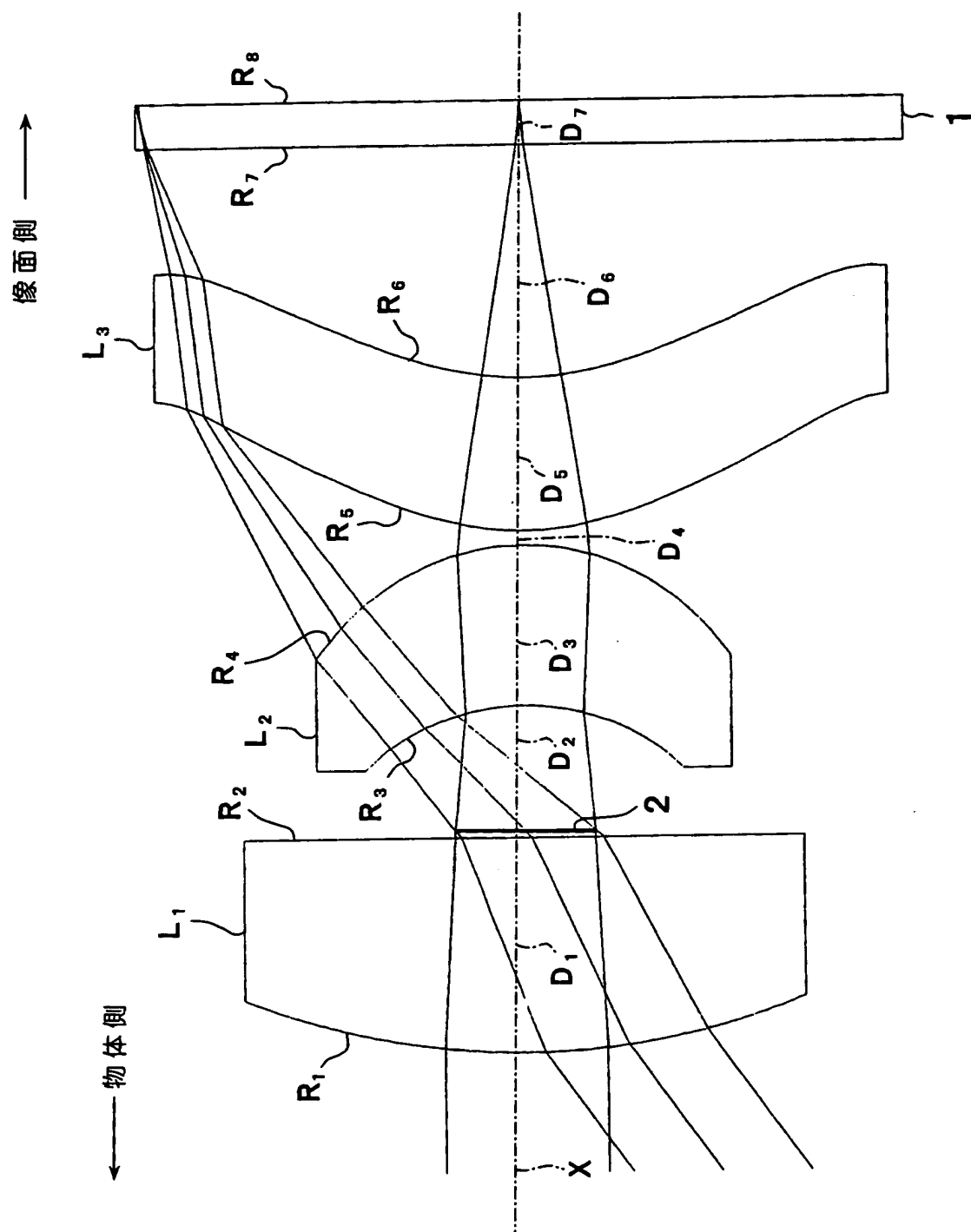
【符号の説明】

- | | |
|----------------|------------------|
| $L_1 \sim L_3$ | レンズ |
| $R_1 \sim R_8$ | レンズ面（光学部材面）の曲率半径 |
| $D_1 \sim D_7$ | 軸上面間隔 |
| X | 光軸 |
| P | 結像位置 |
| 1 | カバーガラス |
| 2 | 絞り |

【書類名】

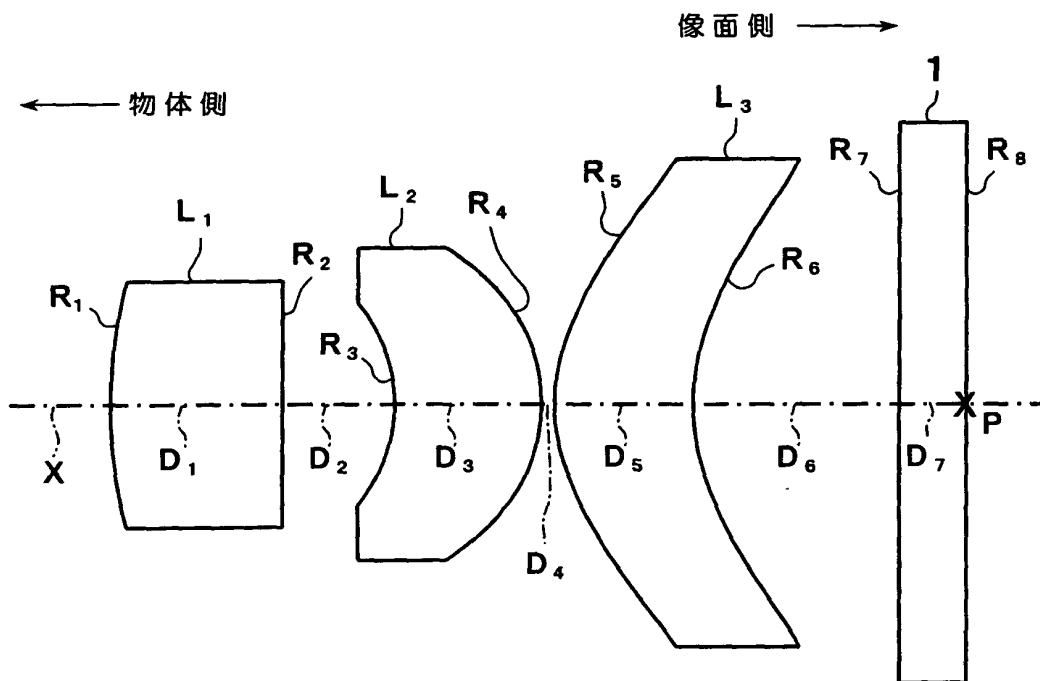
図面

【図 1】



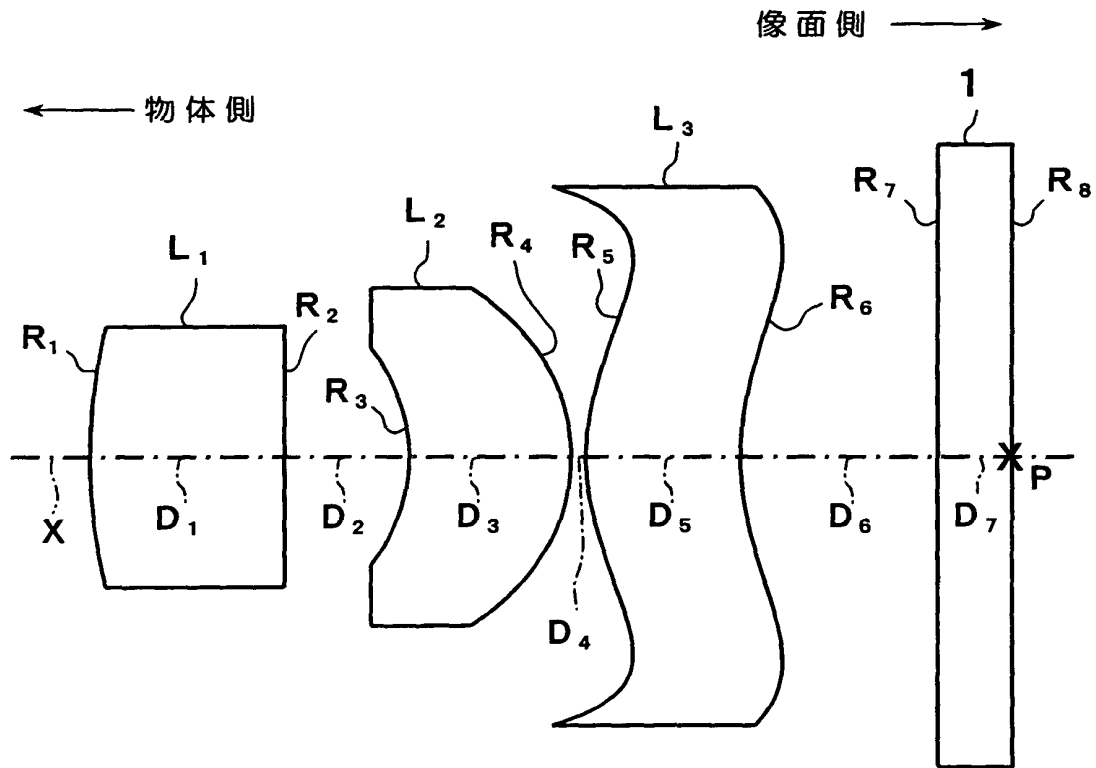
【図 2】

実 施 例 1



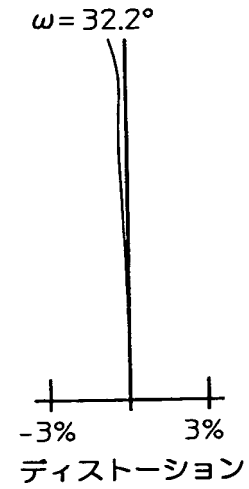
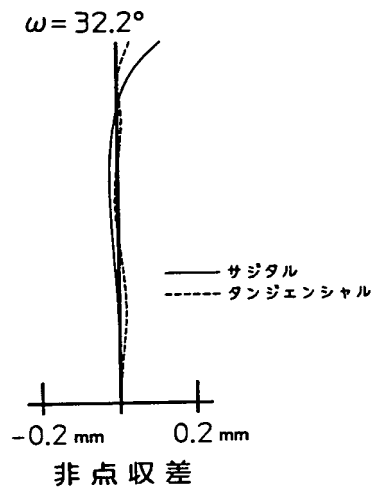
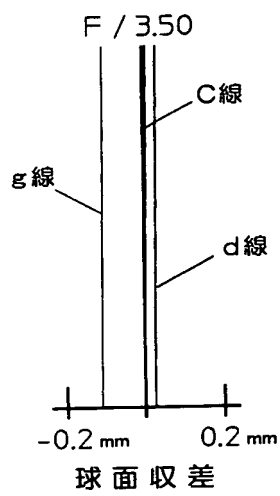
【図 3】

実 施 例 2



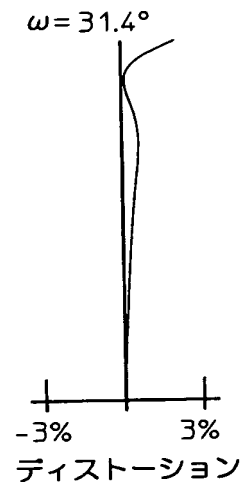
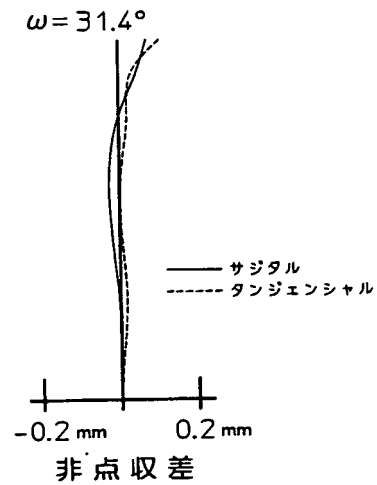
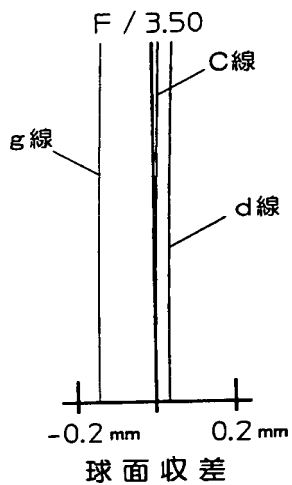
【図 4】

実施例 1



【図 5】

実施例 2



【書類名】 要約書

【要約】

【目的】 3枚の正レンズで構成し、像面側の2枚のレンズを、各々非球面を有するプラスチックレンズとし、さらに所定の条件式を満足することで、近年の撮像素子に対応した構成とし、光学性能、特に像面湾曲やディストーションを良好に補正するとともに、撮像素子を含めた系のコンパクト化および低廉化を図る。

【構成】 物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ L_1 と、絞り2と、両面を非球面とされた、プラスチックよりなる正の屈折力を有する第2レンズ L_2 および第3レンズ L_3 とを配列されてなり、次の条件式を満足する。 $5.0 > f_1' / f' > 1.0$ (1)、 $50 > \nu_1$ (2) ; ただし、 f' は全系の焦点距離、 f_1' は第1レンズ L_1 の焦点距離、 ν_1 は第1レンズ L_1 のアッベ数。また、第2レンズ L_2 の像面側の面は、周辺に向かうほど正の屈折力が強くなる非球面、第3レンズ L_3 の像面側の面は、周辺に向かうほど正の屈折力が弱くなる非球面とされている。

【選択図】 図1

認定・付加情報

| | |
|---------|--------------------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2 0 0 2 - 2 8 4 0 0 0 |
| 受付番号 | 5 0 2 0 1 4 5 6 8 3 7 |
| 書類名 | 特許願 |
| 担当官 | 第一担当上席 0 0 9 0 |
| 作成日 | 平成 1 4 年 9 月 3 0 日 |

< 認定情報・付加情報 >

| | |
|-------|-------------|
| 【提出日】 | 平成14年 9月27日 |
|-------|-------------|

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005430]

1. 変更年月日 2001年 5月 1日

[変更理由] 住所変更

住 所 埼玉県さいたま市植竹町1丁目324番地

氏 名 富士写真光機株式会社